Aus: Krankenhaus Am Urban -Krankenhausbetrieb von Berlin-Kreuzberg
I. Innere Abteilung
Chefarzt: Professor Dr. med. Wolfgang Dißmann

ÜBER DIE PRAKTISCH-KLINISCHE BEDEUTUNG VON BALLONEINSCHWEMMSTIMULATIONSKATHETERN IN DER NOTFALLMEDIZIN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jürgen Freers
aus Guben

Berlin 1977

1978

Aus: Krankenhaus Am Urban - Krankenhausbetrieb von Berlin-Kreuzberg, I. Innere Abteilung
Chefarzt: Prof. Dr. med. Wolfgang Dißmann

Über die praktisch-klinische Bedeutung von Balloneinschwemmstimulationskathetern in der Notfallmedizin

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

von Jürgen Freers
aus Guben

Berlin 1977

Referent: Prof. Dr. med. Wolfgang Dißmann

Korreferent: Prof. Dr. med. R. Schröder

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 24.1.78

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 4
Material, praktische Durchführung und Patientengut 7
Praktische Durchführung 13
Patientengut 16
Ergebnisse 17
Zeitdauer bis zum ersten Stimulationserfolg 22
Zeitdauer bis zum Erreichen einer befriedigenden Katheterposition = optimaler Reizerfolg 23
Lage der Schrittmachersonde im Röntgenbild 26
Komplikationen im weiteren klinischen Verlauf .. 32
Diskussion 34
Zusammenfassung 38
Literatur 39
Lebenslauf 42

I. Einleitung

Während sich die Implantation permanenter Schrittmacher vorplanen läßt und nicht unter Zeitdruck erfolgen muß, ergeben sich immer wieder Notfallsituationen, die eine sofortige elektrische myokardiale Stimulation erfordern. Dies gilt besonders für Patienten mit Morgagni-Adams-Stokes-Anfällen und Bradykardien mit schweren hämodynamischen Auswirkungen. Die Ätiologie der zugrunde liegenden Erkrankung ist dabei ohne Bedeutung. Zweifellos betrifft dies vor allem Patienten mit akutem Myokardinfarkt, bei denen in etwa 13 % mit höhergradigen AV-Blockierungen gerechnet werden muß (17). Vereinzelt können auch tachykarde Rhythmusstörungen, wenn eine pharmakologische Behandlung erfolglos bleibt, eine Elektrostimulation notwendig machen. Dies ist z.B. bei ektopen Tachykardien mit starker Verlangsamung des Grundrhythmus, zur Durchbrechung von Reentry-Mechanismen oder zur Behandlung von nicht beeinflußbaren Kammertachykardien (Electrical overdriving) der Fall (2). Eine prophylaktische passagere Schrittmacherapplikation kann auch für Patienten mit bi- bzw. inkompletten trifaszikulärem oder totalem AV-Block vor Notfalloperationen erforderlich werden, da unter dem Einfluß von Narkotika höhergradige Blockierungen im Reizleitungssystem des Herzens auftreten oder tertiäre Kammerautomatien bei totalem Block eine Frequenzverlangsamung oder eine vorübergehende Unterbrechung erfahren können (2, 4). Für die oben dargestellten Notfallsituationen sollte eine möglichst sichere und einfach zu handhabende Methode zur Verfügung stehen, die ohne aufwendige Zusatzeinrichtungen wie Röntgengerät, Bildverstärker und Fernsehkette auskommt und auch den personellen Aufwand möglichst gering hält. Daß diese Forderung nicht unbegründet ist, ergibt sich aus einer kürzlich erschienenen Untersuchung über die Versorgung von Patienten mit akutem Myokardinfarkt in Westberlin (14).

Danach wurden in 4o Berliner Krankenhäusern im Jahre 1973 insgesamt 4685 Infarktpatienten behandelt, von denen jedoch nur 3368 (72 %) in Krankenhäusern mit Intensivstation eingeliefert wurden. Nur 16lo Patienten konnten auf Intensivstationen versorgt werden, in denen eine optimale Schrittmachertherapie

möglich ist. Unter optimal wird verstanden, daß starre Schrittmachersonden unter Durchleuchtungskontrolle eingeführt werden können. Letzteres ist notwendig, da bei blindem Vorgehen eine zuverlässige Plazierung der Elektrodenspitze im rechten Ventrikel so gut wie unmöglich ist und zudem die Gefahr der Perforation im venösen System als auch am Myokard selbst sowie eine Gefährdung durch evtl. unauflösbare intravasale oder intrakardiale Schlingenbildung besteht (5). Bei 693 Patienten war die Einführung eines solchen Schrittmacherkatheters von einem mehr oder weniger umständlichen Transport in die Röntgenabteilung abhängig. Für 1oo7 Patienten kam nur die Applikation eines Einschwemmkatheters (ohne Ballon) in Frage, eine Methode, die auch in der Hand Geübter unzuverlässig ist (14).

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, die Zuverlässigkeit einer einfachen, neuartigen Methode zur raschen Schrittmacherbehandlung in Notfallsituationen an einem größeren Patientengut zu überprüfen. Es handelt sich hierbei um flexible Elektrodenkatheter, bei denen ein an der Elektrodenspitze befindlicher intravasal aufblasbarer Ballon das Einschwemmen in den rechten Ventrikel erleichtern soll.

Der Gedanke, den rechten Ventrikel bzw. die Pulmonalarterie mit flexiblen, selbstführenden Kathetern ohne Röntgendurchleuchtung zu erreichen, ist nicht neu. Fife und Mitarbeiter (6) stellten 1963 ein Verfahren vor, daß sich lediglich eines einfachen Polyaethylenkatheters mit unter Hitzeeinwirkung besonders flexibel gestalteter verjüngter Spitze bediente. 1969 berichteten Rosenberg und Mitarbeiter (14) erstmals über die blinde, d.h. röntgenologisch nicht kontrollierte Einführung eines flexiblen Schrittmacherkatheters in den rechten Ventrikel. Bei dieser Methode ergab sich jedoch eine Mißerfolgsrate von über 30 %. Entsprechende Ergebnisse wurden von Harmjanz mitgeteilt (9). 1970 verfeinerten Swan und Ganz die Methode der selbstführenden Sonden durch Einführung der Balloneinschwemmkatheter mit dem Ziel des Rechtsherzkatheterismus zur Diagnostik. 1973 bezeichneten Büchner und Mitarbeiter diese Methode auch für die temporäre Elektrostimulation als Verfahren der Wahl, ohne allerdings eigene Erfahrungen mitzuteilen (5). Sie stützten sich dabei auf Untersuchungen von Meister und Mitarbeitern, die 30 von 31 Patienten erfolgreich mit dieser Methode behandelten (13).

In der Untersuchung wurden nur Stimulationskatheter mit einer j-förmig gebogenen Spitze, die bei einem Venenzugang durch die Vena femoralis eine stabile Lage in der rechten Herzkammer bewirken soll, verwendet. Es wird berichtet, daß der rechte Ventrikel in der überwiegenden Zahl der Fälle in weniger als 3o Sekunden sondiert und eine zuverlässige Stimulation in der Zeit zwischen einer und drei Minuten erreicht werden konnte. Bei nur einem Patienten war keine Stimulation möglich, da, obwohl die Vena femoralis punktiert war, die untere Hohlvene nicht zu sondieren war. Schwierigkeiten ergaben sich bei vier Patienten, bei denen sich der Katheter nicht sofort durch die Femoral- bzw. Iliacalvene vorschieben ließ. Durch Manövrieren mit dem vorerst noch entblähten Ballon konnten jedoch diese Hindernisse überwunden werden. Bei zwei Patienten gelangte die Katheterspitze sofort in die Pulmonalarterie. Durch Zurückziehen des Katheters mit entblähtem Ballon und anschließendem Vorschub konnten diese Fehllagen sofort korrigiert werden. Bei vier Patienten wurde als Folge unterbrochener Reizfolge eine Lagekorrektur des Katheters nötig. Nach Röntgenkontrolle war dreimal nur ein geringes Vorschieben des Katheters und einmal ein ganz neues Einschwemmen nötig. Die Behandlungsdauer betrug bis zu acht Tagen.

Über entsprechende Ergebnisse berichteten Schnitzler und Mitarbeiter, die bei 15 von 17 Patienten eine Therapie mit Ballooneinschwemmkathetern durchführten (15).

Sie verwendeten Katheter ohne vorgeformte Spitze. Den beiden erfolglosen Applikationsversuchen liegen unüberwindbare Schwierigkeiten in der Passage der Schulterregion zugrunde. Beide Patienten wurden schließlich mit herkömmlichen Stimulationskathetern unter Röntgenkontrolle versorgt. Es wird herausgestrichen, daß diese Methode sechsmal erfolgreich war, nachdem mit herkömmlichen Kathetern keine Stimulation möglich war. Die durchschnittliche Applikationsdauer betrug zwischen drei und fünf Minuten, nachdem der Venenzugang geschaffen war. Die Reizschwelle betrug im Mittel weniger als 1 mA. Bei der Katheterapplikation wurden zweimal Extrasystolen beobachtet, die nach Entblähen des Ballons verschwanden. Die Behandlungsdauer betrug bis zu 12 Tagen. Reizschwellenänderungen wurden nicht beobachtet.

Aus dem deutschsprachigen Raum wurden Erfahrungen mit Ballooneinschwemmstimulationskathetern an einem großen Patientengut bisher nicht mitgeteilt.

II. Material. Praktische Durchführung und Patientengut

1. Material

In dieser Untersuchung wurden vier verschiedene bipolare Balloneinschwemmstimulationskatheter verwendet. Es handelt sich um Katheter der Firmen Vitatron (Balectrode), Vygon (Bi-Pacing-Ball) und Edwards mit den Swan-Ganz Kathetern: und zwar einmal mit Stabilisierungsmandrin und zweitens dem J-Tipped-Katheter zur Einführung über die Femoralvene. (Abb. 1). Allen Kathetern gemeinsam ist ein ca. bohnengroß aufblasbarer Ballon (Abb. 2), der sich an der Spitze des Katheters zwischen Anode und Kathode befindet. Der Ballon wird vom distalen Ende her durch ein Ventil bzw. einen Verschlußmechanismus entsprechend dem Fabrikat mit ein bis zwei ccm Luft gefüllt. Sinn dieses Ballons ist es, nach Insufflation von Luft bei Position in der Vena cava cranialis bzw. caudalis die Katheterspitze mit dem Blutstrom in den rechten Ventrikel einzuschwemmen. Unmittelbar nach ihrem Eintritt in die rechte Herzkammer, wie sich aus dem intraventrikulär abgeleiteten EKG erkennen läßt, muß die Luft aus dem Ballon entfernt werden, da sonst die Katheterspitze mit dem Blutstrom in Richtung Arteria pulmonalis geschwemmt würde. Andere falsche Positionen werden durch den Ballon und die Strömungsverhältnisse des Blutes weitgehend verhindert bzw. sind ausgeschlossen. So ist der Katheterspitze mit Sicherheit durch die Strömungsverhältnisse und auch durch das Volumen des Ballons der Weg in den Sinus coronarius oder Seitenäste der Vena cava verwehrt. Ebenso wenig ist vorstellbar, daß der aufgeblasene Ballon gegen den Blutstrom die untere Hohlvene bzw. die obere Hohlvene bei über die Vena femoralis eingeführtem Katheter erreicht. Durch die Flexibilität und Weichheit des S o n d e n m a t e r i a l s ist die Gefahr einer Perforation im venösen System sowie auch am Myokard ausgeschlossen. Auf eine Bildwandlerkontrolle, wie sie bei der Verwendung von starren und halbstarren bipolaren Schrittmacherkathetern erforderlich ist, kann verzichtet werden. Dieser Tatsache ist es zu verdanken, daß das Einführen einer Schrittmachersonde im Bett des Patienten, d.h. ohne Transport und Umbettung, erfolgen kann.

Alle verwendeten Katheter haben M a r k i e r u n g e n in 10 cm Abständen zur Orientierung über bereits inkorporiertes Sondenmaterial. Von Bedeutung ist dies im Hinblick auf den Zeitpunkt der Balloninsufflation. Je nach Wahl des venösen Zugangs wird die Katheterspitze die Vena cava superior bzw. inferior nach verschieden langem Kathetereinschub erreicht haben. Von der Kubitalvene ist dies im Mittel nach 4o cm, von der Jugular-, Subclavia- und Femoralvene jeweils nach 15 cm der Fall. Die Spitze der rechten Herzkammer wird von der Kubitalvene nach 55 - 65 cm, von der Vena femoralis nach 4o - 5o cm, von der Vena jugularis nach 25 - 35 cm und von der Vena subclavia nach 2o - 3o cm erreicht. Diese Werte sind grobe Richtwerte. Sie können in Abhängigkeit von der Körpergröße des Patienten stark variieren. Werden diese Werte jedoch überschritten, so muß an eine Knoten- oder Schlingenbildung, Abknickung oder Abweichung in eine falsche Richtung gedacht werden. Der Einschwemmvorgang sollte wiederholt werden.

Die L ä n g e n der Katheter differieren wenig voneinander (9o.- 125 cm), Unterschiede bestehen in ihrem K a l i b e r. Swan-Ganz- und Vygon-Katheter haben ein Kaliber von 5 French (1 French = 1 Charriere = 1/3 mm), die Vitatron-Sonde hat mit 3 French einen geringeren Durchmesser. Über dem entblähten Ballon ist er jeweils geringfügig größer.

Die Anordnung der bipolaren E l e k t r o d e n ist in Beziehung zum Ballon bei allen Kathetern im wesentlichen gleich. Dieser befindet sich immer zwischen proximaler und distaler Elektrode. Der Elektrodenabstand schwankt zwischen 1 und 2 cm (s. Abb. 1).

Die A n s c h l ü s s e zum I m p u l s g e b e r sind nach Herstellern verschieden. Bei der Balectrode (Fa. Vitatron) sind die Kabelenden mit blanken Metallkappen versehen, während bei der Bi-Pacing-Ball-Elektrode (Fa. Vygon) an dieser Stelle Bananenstecker mit etwas kleinerem Durchmesser zu finden sind. Nur für die Swan-Ganz-Katheter ist ein spezielles Verbindungskabel mit einem dreipoligen Stecker erforderlich.

Ein spezifischer Unterschied besteht zwischen dem J-tipped Swan-Ganz-Katheter zur Einführung in die Vena femoralis und allen anderen verwendeten Sonden. Der Unterschied liegt in der J-förmig gebogenen Katheterspitze, die bei Einführung über die Vena femoralis eine stabile Lage in der rechten Herzkammer bewirken soll (Abb. 2). Dieses Kathetermodell wurde neunmal eingesetzt.

Die in dieser Untersuchung noch zwölfmal verwendeten Swan-Ganz-Stimulationskatheter mit Stabilisierungsmandrin (Stilett) werden aufgrund von "Stilett failure in vivo" (persönliche Mitteilung der Fa. Edwards) nicht mehr hergestellt. Nähere Beschreibung folgt.

Es handelt sich hierbei um einen zweilumigen Katheter, wobei ein Lumen zum Aufblasen des Ballons und zur Aufnahme der elektrischen Leiter dient, und das andere Lumen einen Stabilisierungsmandrin enthält. Beim Einschwemmen der Sonde wird dieser von der Seite des elektrischen Anschlusses her ca. 10 cm aus der Stimulationssonde herausgezogen, womit erreicht wird, daß der distale Anteil sehr weich und biegsam ist, was den Einschwemmvorgang in die rechte Kammer erleichtert. Sofort nach dem Passieren der Tricuspidalklappe wird der Mandrin vorgeschoben und der nun versteifte Katheter noch 3 bis 5 cm eingeführt. Es wird so eine bessere Fixierung erreicht und ein Ausschwemmen in den Ausflußtrakt verhindert. Wird nun nach Erreichen der optimalen Position der Mandrin in dem Katheter belassen, so kann es bei längerer Liegedauer durch die Herzaktionen zu einem Bruch des Mandrins kommen. Die beiden Bruchenden würden das Lumen des Katheters perforieren und eine Gefährdung des Patienten darstellen. Der Vertrieb des Katheters wurde deshalb von der Food and Drug Administration verboten.

Die 14 mal eingesetzte Balectrode (Fa. Vitatron) und der 19 mal verwendete Bi-Pacing-Ball-Katheter (Fa. Vygon) sind im Prinzip gleichartig. Auf geringfügige Unterschiede wird später eingegangen.

Abb. 1 Drei der verwendeten Balloneinschwemmkatheter
Äußerer Ring: Balectrode (Fa. Vitatron)
Mittlerer Ring: Swan-Ganz-Stimulationskatheter mit dem J-tip zur Einführung durch die Vena femoralis (Fa.Edwards)
Innerer Ring: Bi-Pacing-Ball-Katheter (Fa.Vygon)

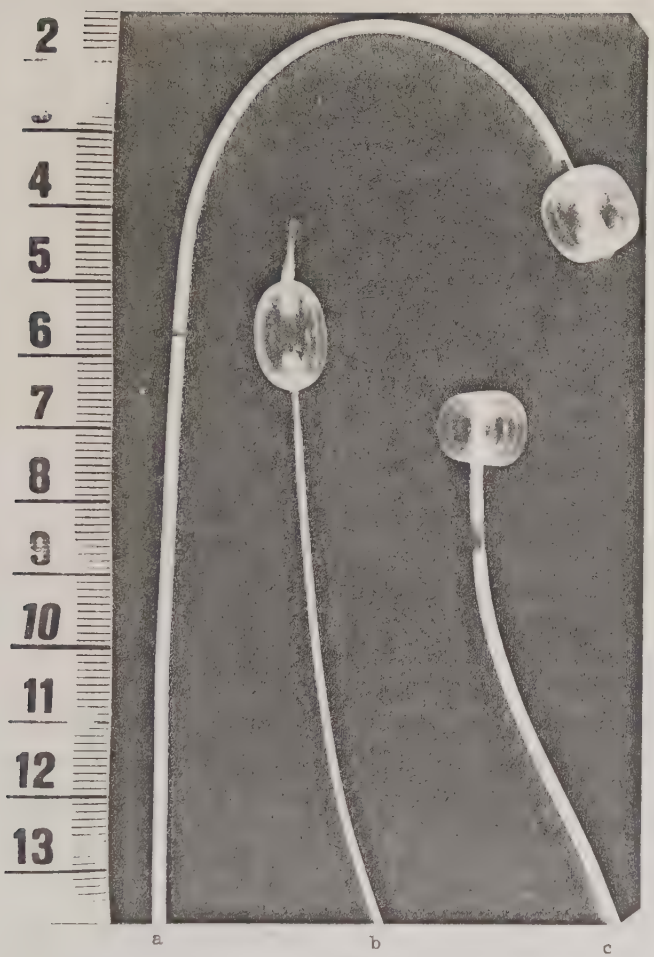


Abb. 2 Einschwemmkatheter mit aufgeblasenen Ballons

a) Swan-Ganz-Stimulationskatheter mit dem J-tip zur Einführung durch die Vena femoralis (Fa. Edwards)

b) Balectrode (Fa. Vitatron)

c) Bi-Pacing-Ball-Katheter (Fa. Vygon)

Impulsgeber:

Die verwendeten Impulsgeber waren:

1. Triplextern (Fa. Vitatron) mit den Funktionen aktiv und passiv gesteuerte Demandschaltung und starrfrequente Stimulation
2. Chronocor II (Fa. Cordis) mit den Möglichkeiten der Demand- und starrfrequenten Stimulierung
3. Hellige starrfrequenter Impulsgeber
4. Hellige-Servocard mit Demand- und starrfrequenter Funktion

Venöser Zugang:

Der venöse Zugang wurde in folgender Reihenfolge gesucht:

1. Vena basilica bzw. Vena mediana cubiti rechts oder links
2. Vena jugularis externa rechts oder links
3. Vena subclavia
4. Vena femoralis

Die Punktion der beiden zuletzt genannten Venen wurde wegen der erhöhten Komplikationsrate nur in besonders dringlichen Notfällen durchgeführt, während ohne Zeitdruck eine Venaesectio in der Ellenbeuge vorgezogen wurde.

Punktionsbestecke:

Für die Venenpunktion wurden entweder das Einführungsbesteck Intralett (Fa. Vygon) oder der Katheter Introducer Edslaf 6 F (Fa. Edwards) bzw. das der Balectrode (Fa. Vitatron) beiliegende Punktionsbesteck benutzt.

2. Praktische Durchführung

Der Patient wird an einen EKG-Monitor angeschlossen. Nach Aufsuchen eines geeigneten Venenzuganges wird die Punktionsstelle großzügig mit Merfen desinfiziert. Ein Venenkatheter sollte zur sofortigen medikamentösen Therapie evtl. auftretender mechanisch ausgelöster Rhythmusstörungen vorher gelegt werden. Die Punktionsstelle wird mit einem sterilen Schlitztuch überdeckt. Ein steril abgedeckter Tisch wird mit folgenden Gegenständen neben dem Bett vorbereitet:

1. Punktionsbesteck bzw. Venaesectio-Besteck
2. 2 ml-Spritze mit Luer-Loc-Ansatz zum Aufblasen des Ballons
3. Einschwemmkatheter
4. Wunddesinfektionsmittel in steriler Schale
5. Sterile Tupfer
6. Verbandsmaterial

An dem Monitorkabel wird für die unipolare Brustwandableitung (V) zur späteren intrakardialen Ableitung wegen der verschiedener Anschlußstücke an den Katheter eine Krokodilklemme angebracht. Nach Überprüfung des Stimulationskatheters auf Funktionstüchtigkeit (Knicke, Ballon, elektrische Impulsgebung) wird nach Punktion der Vene die Spitze des Stimulationskatheters bis in die obere Hohlvene, bei Zugang durch die Vena femoralis in die untere Hohlvene vorgeschoben. Hier wird der Ballon je nach Kathetermodell mit 1 bis 2 ccm Luft gefüllt. Der mit der distalen Elektrode verbundene Kontakt des Katheters wird mit dem Monitorkabel für die unipolare Brustwandableitung (V) mittels einer Krokodilklemme verbunden und das intracorporale EKG abgeleitet. Das Einschalten der Ableitung am Monitor sowie die Herstellung des Kontaktes zwischen Monitorkabel und Katheterelektrode wird von einer sterilen Hilfsperson besorgt. Unter ständiger EKG- bzw. Monitorkontrolle wird nun der Katheter vorgeschoben. Je näher die Elektrodenspitze dem Vorhof kommt, umso größer werden die P-Wellen. Sie erreichen ein Maximum im Vorhof. Die Passage des Katheters durch die Tricuspidalklappe wird durch eine abrupte Amplitudenzunahme des

Kammerkomplexes angezeigt. Um zu verhindern, daß die Sonden-Spitze mit dem Blutstrom weiter in Richtung Pulmonalarterie geschwemmt wird, muß jetzt die Luft aus dem Ballon abgezogen werden. Mit der Katheterspitze wird der Ort der geringsten Reizschwelle gesucht, der normalerweise nach weiterem Einschub von 3 bis 5 cm erreicht ist. Mechanisch ausgelöste ventrikuläre Extrasystolen oder ansteigende ST-Strecken zeigen den engen Kontakt der Sondenspitze mit dem Endokard an. In Abb. 3 sind die typischen elektrokardiographischen Veränderungen während eines gesamten Einschwemmvorganges dargestellt. Alle Handgriffe bei der Bestimmung der Reizschwelle werden von der Hilfsperson ausgeführt. Die ständige Monitorüberwachung wird von der intraventrikulären (V-Ableitung) auf eine Extremitätenableitung geschaltet, der Impulsgeber an den Katheter angeschlossen und zunächst mit einer hohen Reizstärke in Betrieb gesetzt. Langsam wird die Reizstärke reduziert, bis die Impulse nicht mehr vom Myokard beantwortet werden. Ist die zuverlässig stimulierende Reizschwelle zu hoch, so wird durch vorsichtiges Manövrieren des Katheters versucht, die Katheterspitze besser im Trabekelwerk des Herzmuskels zu fixieren bzw. einen Ort mit geringerer Reizstärke zu finden. Nach Erreichen einer Position mit einer konstanten Reizbeantwortung und einer möglichst niedrigen Reizstärke kann die Sonde durch eine kleine Naht oder einen Leukoplastverband fixiert werden. Anschließend wird die Sondenlage durch eine Röntgenaufnahme kontrolliert.

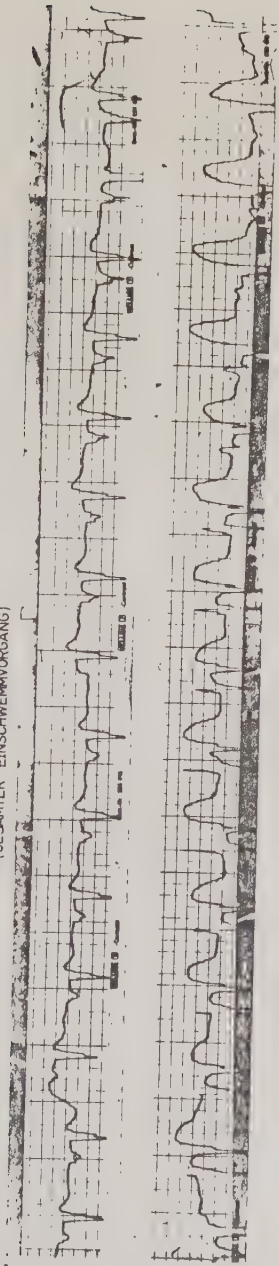


Abb. 3 Gesamter Einschwemmvorgang auf EKG-Streifen

3. Patientengut

Zur vorliegenden Untersuchung stand das Patientengut der Intensivstation des Städtischen Krankenhauses Am Urban Berlin zur Verfügung. In der Zeit vom 1. November 1974 bis zum 1. Oktober 1975 wurden bei allen Patienten, bei denen eine Indikation zur temporären Schrittmacherbehandlung bestand, Ballooneinschwemmkatheter verwendet. In der Tabelle (S.2o/21) sind für die einzelnen Patienten Lebensalter, Geschlecht, Krankheitsursache und die Schrittmacherindikation (sowie das Kathetermodell, der erste Stimulationserfolg, der optimale Reizerfolg, die Reizschwelle, die Reizstärke, die röntgenologische Lage des Katheters sowie die Verweildauer des Katheters) aufgeführt. Von den 54 schrittmacherbedürftigen Patienten waren 27 Männer und 27 Frauen. Das Durchschnittsalter betrug bei den männlichen Patienten 71, bei den weiblichen 7o Jahre.

Indikation zur Schrittmachertherapie

1. Die Indikation zur Schrittmacherbehandlung ergab sich bei der überwiegenden Anzahl der Patienten (30 Pat.) aufgrund von bradykarden Herzrhythmusstörungen infolge von AV-Blockierungen II. und III. Grades mit schweren hämodynamischen Auswirkungen. Bei 20 dieser 30 Patienten bestand ein frischer Herzinfarkt. 4 Patienten zeigten die Symptome einer Digitalis-Überdosierung, bei 7 Patienten lag eine bedrohliche Bradykardie infolge höhergradiger AV-Blocks auf degenerativer, bei einem auf entzündlicher Basis vor.

2. Bei 17 Patienten erfolgte die Schrittmacherbehandlung wegen Adams-Stokes-Anfällen. Zugrunde lag einmal ein akuter Myokardinfarkt, zweimal eine Digitalisintoxikation, bei drei Patienten eine sinuaurikuläre Blockierung und bei zweien ein hypersensitiver Karotissinus. Die übrigen 9 Patienten erlitten Adams-Stokes-Anfälle auf dem Boden höhergradiger AV-Blockierungen bei degenerativen Myokarderkrankungen.

3. Seltene Indikationen waren eine Sinusbradykardie bei Unterkühlung infolge einer Schlafmittelintoxikation, eine Sinusbradykardie mit früh einfallenden ventrikulären Extrasystolen nach

ß-Blocker-Überdosierung. Ein passagerer Schrittmacher wurde zur Narkosevorbereitung bei normofrequentem AV-Block II.Grades gelegt. Einmal bestand ein bradykarder Kammereigenrhythmus nach Cardioversion. Dreimal wurden tachykarde ektope Ersatzrhythmen bei Salven von ventrikulären Extrasystolen bei bradykardem Grundrhythmus durch Elektrostimulation behandelt. Zweimal wurde eine Elektrostimulation durch hämodynamisch ungünstige bradykarde Knotenrhythmen, die pharmakologisch nicht beeinflußbar waren, nötig.

Einige Patienten zeigten mehr als eine Schrittmacherindikation.

III. Ergebnisse

Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf die Behandlungsergebnisse von 54 Patienten, bei denen aufgrund unterschiedlicher Grunderkrankungen die Indikation zur sofortigen Schrittmacherbehandlung gegeben war. Bei allen Patienten wurde versucht, die Elektrostimulation unter Verwendung von passageren Einschwemmkathetern ohne Zuhilfenahme eines Röntgenbildwandlergerätes durchzuführen. Nur bei einem Patienten konnte eine elektrische Stimulation nicht erreicht werden, ohne daß hierfür sofort eine Erklärung gefunden wurde, wie aus der folgenden Darstellung hervorgeht:

Die Aufnahme des 80-jährigen Patienten (Nr. 44, Tab. I) auf der Intensivstation erfolgte wegen eines akuten Hinterwandinfarktes mit einem totalen AV-Block. Obwohl der rechte Ventrikel nach der EKG-Registrierung sicher erreicht wurde, erfolgten auf die elektrischen Impulse keine Kammererregungen. Da sich während des Eingriffes ein stabiler Sinusrhythmus einstellte, wurden die Bemühungen nach 45 Minuten abgebrochen. Eine spätere Überprüfung des Schrittmachers ergab einen technischen Fehler am Kontakt zum Impulsgeber.

Die Ergebnisse bei den übrigen 53 Patienten sollen nach den folgenden klinisch-relevanten Gesichtspunkten besprochen werden:

1. Zeitdauer bis zum ersten Stimulationserfolg.
2. Zeitdauer bis zum Erreichen einer befriedigenden Katheterposition.
3. Lage der Schrittmachersonde im Röntgenbild.
4. Komplikationen.

Sämtliche Einzelheiten sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich: laufende Nummer, Patientenname, Lebensalter, Geschlecht, Indikation zur temporären Schrittmacherbehandlung, verwendetes Kathetermodell, erster Stimulationserfolg sowie der optimale Reizerfolg am Herzen in Minuten. Der optimale Reizerfolg wird mit einer möglichst stabilen Katheterlage in der rechten Herzkammer gleichgesetzt. Die positiven Kriterien hierfür sind eine niedrige Reizschwelle, Kontinuität der Reizbeantwortung, morphologische Konstanz der Kammerkomplexe im EKG-Monitor und gleichbleibende Abstände von Spike und QRS-Komplex. Ferner sind die Reizschwellen und die verwendeten Reizstärken nach Auffinden einer möglichst optimalen Position der Katheterspitze in der rechten Herzkammer in Milliampere angegeben. Eine Ausnahme machen die Patienten,bei denen die Reizschwelle mit dem Hellige Servocard bestimmt wurde. Dieses Gerät zeigt als minimale Einstellung zwei Volt an und kann nur in 2 Volt-Abständen abgelesen werden. Als letztes folgt die Beschreibung der Katheterlage im Röntgenbild.

Die verwendeten Abkürzungen in der Tabelle sind:

m	= männlich
f	= weiblich
AV II bzw. III	= AV-Blockierungen II. und III. Grades
VWI bzw. HWI	= Vorder- bzw. Hinterwandinfarkt
ASA	= Adams-Stokes-Anfall
TFB	= Trifaszikulärer Block
HF	= Herzfrequenz
brad.	= Bradykardie
Ka.ers.rh	= Kammerersatzrhythmus
Dig.	= Digitalis
polyt.	= polytop
VES	= ventrikuläre Extrasystole
Hypers.Carot.	= Hypersensitiver Carotissinus
SGS	= Swan-Ganz-Katheter mit Stabilisierungsmandrin
SGF	= Swan-Ganz-Katheter mit J-Tip zur Einführung durch die Vena femoralis

Vit. = Balectrode der Fa. Vitatron

Vyg. = Bi-pacing-Ball Elektrode der Fa. Vygon

SV = Stimulierung über den Servocard
Fa. Hellige

Lf. Nr.	Name	Alter	Geschlecht	Indikationen	Kathetermodell	erster Stimulationserfolg nach min.	optimaler Reizerfolg nach min.	Reizschwelle bei optimaler Position	Reizstärke	Röntgen: optimale Lage	Röntgen: in Richtung Ausflußtrakt	Röntgen: andere	Verweildauer
1	M.K.	69	m	AV II; VWI	vvg	3,5	3	0,8	1	x			2
2	B.H.	64	m	AV III;HWI	SGF	2	2	1	2		x		4
3	A.A.	87	m	AV II; vor Op	SGS	5	38	1			x		3
4	B.A.	65	m	ASA;inkomp. TFB	vit	4	12	0,6	1,5	x			2
5	D.E.	67	m	AV III;VWI;HWI	vvg	12	13	0,6	1,5	x			2
6	A.H.	54	m	ASA; SA-Block	vit	8		0,6	3			Vorhof	1
7	P.E.	62	m	AV III; HF 30	vit	2	2	SV	SV			nicht kontr.	1
8	G.F.	90	m	ASA	vvg	10	12	0,8	2	x			3
9	S.W.	78	m	brad.Ka.ers.rh nach Cardiovers.	vit	3	7	0,8	1	x	x		3
10	S.P.	90	m	ASA	vvg	5	6	1	4				3
11	L.A.	64	m	AV III, HWI	vit	6	9	0,6	1,5	x			4
12	S.G.	69	m	ASA	vit	12	37	1	3	x			2
13	G.E.	75	m	AV III; HWI	vvg	13	33	1	3	x			1
14	S.K.	60	m	AV III; HF 25	vit	3	3	0,6	1	x			1
15	S.K.	83	m	ASA	SGS	7	27	SV	SV	x			2
16	S.A.	86	m	AV III; HWI	SGF	3	3	3	4		x		1
17	G.M.	75	m	ASA	SGS	2	39	0,8	2	x			2
18	S.E.	75	f	AV III; HWI	SGS	5	5	SV	SV		x		1
19	D.A.	72	f	AV III; HWI Dig.intox.	SGS	4	4	0,6	1	x			2
20	S.G.	75	f	ASA	SGS	2	2	0,2	1	x			1
21	B.L.	67	f	AV II-III;HF 30	SGF	3	34	SV	SV		x		2
22	L.A.	82	f	Brad.Knotenrhy.	SGF	3	30	SV	SV			Vorhofkammer-grenze	1
23	K.S.	58	f	AV II;HWI; HF 30	vit	2	2	0,6	1	x			3
24	K.S.	58	f	AV II;HWI;HF 30	SGF	2	14	0,8	1	x			4
25	K.A.	84	f	sinus-Bradycar.	vit		11	0,6	1,5	x			4
26	R.F.	82	f	AV III; HWI	vit	2	13	0,8	1,5	x			2
27	G.E.	79	f	polyt.sup-VES Knotenersatzrh.	SGF	15	22	1,5	2	x			3

Lfd. Nr.	Name	Alter	Geschlecht	Indikationen	Katheter-modell	erster Stimulationserfolg nach min.	optimaler Reizerfolg nach min.	Reizschwelle bei optimaler Position	Reizstärke	optimale Lage	Röntgen in Richtung Ausflußtrakt	andere	Verweildauer
28	G.M.	68	f	Sin.-Bradd u.VES		7	10	1	3			Schlinge in Vorhof, Kath.spitze in Kammer	1
29	P.E.	79	f	ß-Blocker-Intox	SGS	2	13	1	2		X		2
30	B.E.	81	f	ASA	vit	5	5	1	2	X			4
31	S.E.	79	f	AV III; HWI	SGS	2	17	0,8	1	X			4
32	S.R.	70	f	AV II-III; HF 30	vyg	5	5	1	3	X			4
33	K.H.	54	f	ASA	vyg	4	23	SV	SV	X			3
34	L.A.	84	f	AV III;VWI;ASA	vyg	2	15	0,6	1,5	X			4
35	T.A.	67	f	ASA;AV III;Digint.	vyg	135	135	0,6	1	X			4
36	B.M.	69	f	AV II-III;HWI	vyg	13	29	SV	SV	X			4
				bradycard.Eigen-rhyt. mit VES	vit								
37	W.R.	90	m	AV III; Dig.Intox.	vyg	3	3	0,6	1,5	X		kein RB.	1
38	A.H.	70	m	AV III; VWI	vyg	5	5	2	2			kein RB.	3
39	T.O.	68	m	ASA; SA-Block	SGF	5	12	0,8	1,5			kein RB.	1
40	L.E.	72	m	AV III;Dig.Intox.	SGS	2		20	20			(EKG-flott.) kein RB.	1
41	O.W.	74	m	AV II-III; VWI	SGF	3	14	1	2,8		X		1
42	E.W.	66	m	Brad.Knotenrhyt.	SGF	5	41	SV	SV		X		2
43	S.R.	60	m	AV II-III; HWI	SGS	2	2	0,8	0,8	X		kein RB.	3
44	K.M.	80	m	AV III; HWI	SGS								3
45	S.R.	68	f	AV II-III; HWI	SGS	2	12	1,6	2,5	X		Vorhof	3
46	D.A.	68	f	ASA,hypers.Carot.	vit	6		SV	SV				
47	F.F.	81	f	ASA; Dig.Intox.	vyg	5	5	1	4	X			1
48	S.E.	82	f	ASA,Hypers.Carot.	vit	15	16	2	5	X			4
49	S.E.	75	f	AV III,Herzinsuff. HF 35	vyg	15	15	1	5	X			3
50	D.W.	71	f	AV II-III,Stenocar.	vit	8	13	0,8	1,5	X			3
51	K.F.	72	f	ASA,Sa-Block	vit	5	5	0,8	2	X			2
52	M.W.	71	f	AV III,FaintingHF30	vit	2	18	0,8	2	X			2
53	N.O.	78	m	AV II-III; HWI	vit	10		12	12			flottieren	2
54	P.A.	31	m	AV III;Myocarditis Frequenz 18	vit	75	75	1,5	4	X			1
													4

1. Zeitdauer bis zum ersten Stimulationserfolg

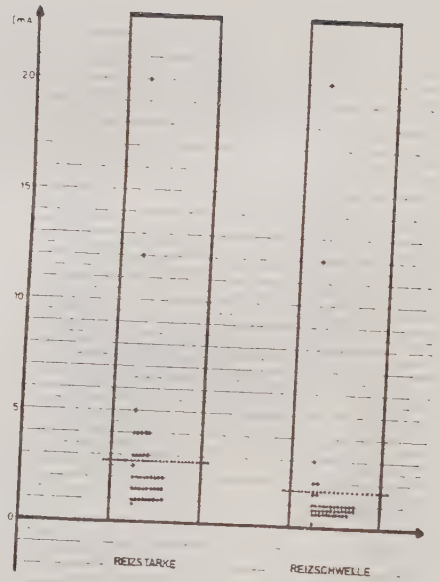
Die Zeitdauer, die aufgewandt werden muß, um eine effektive elektrische Stimulation zu erreichen, beinhaltet den klinisch bedeutsamen Zeitraum, der zur Überbrückung einer akut bedrohlichen Situation erforderlich ist. Da bei zwei Patienten - Kasuistiken siehe später - spezielle Komplikationen auftraten, sollen zunächst die Ergebnisse bei 51 Patienten besprochen werden. Bei diesen 51 Patienten wurde der erste elektrische Stimulationserfolg am Herzen innerhalb von 2 bis 15 Minuten, im Mittel nach 5,5 Minuten, erzielt. Bei 36 Patienten war eine Einführung der Schrittmachersonde sogar in einer Zeitspanne von weniger als 5 Minuten möglich. Die Einzelergebnisse sind aus der Tabelle I und aus der graphischen Abbildung 3 b ersichtlich.
Wie oben angeführt wurde, blieben die Ergebnisse bei zwei weiteren Patienten zunächst unberücksichtigt. Die Kasuistiken werden in Folgendem kurz beschrieben.

Bei der 84-jährigen Patientin L.A. (Nr. 34, Tab. I) wurde eine Schrittmacherbehandlung wegen digitalisbedingter höhergradiger AV-Blockierungen mit rezidivierenden Adams-Stokes-Anfällen erforderlich. Bei der Sondierung verfing sich der Stimulationskatheter wiederholt in Vorhofnähe, (wahrscheinlich im rechten Herzohr). Nach 135 Minuten konnte das Hindernis plötzlich überwunden und der Katheter in eine günstige Position gebracht werden. Die sehr lange Manipulationsdauer war zu vertreten, da während dieser Zeit keine Synkopen auftraten. Bei der Patientin wurde anschließend über vier Tage bis zum Wiederauftreten eines normofrequenten Sinusrhythmus in Demandstellung eine Schrittmacherbehandlung durchgeführt.

Bei dem Patienten P.A. (Nr. 54, Tab. I) bestand ein totaler AV-Block mit Frequenzen bis 18/Min. auf dem Boden einer Myokarditis. Nach komplikationslosem raschen Einführen der Sonde in den rechten Ventrikel gelang es plötzlich nicht mehr, das intraventrikuläre EKG abzuleiten. Infolge eines Elektrodenbruches war damit auch eine Stimulation nicht möglich. Da bei dem Patienten äußerst schwierige Venenverhältnisse vorlagen, wurde eine mit Elektrodenpaste versehene Ableitungselektrode auf dem Sternum des Patienten fixiert und eine unipolare intrakardiale Stimulation über die gut postierte aber beschädigte Einschwemmsonde durchgeführt. Die Ableitelektrode und das Kabel der funktionstüchtigen intraventrikulären distalen Katheterelektrode wurden mit dem Impulsgeber verbunden. Diese Anordnung ermöglichte eine kontinuierliche stabile elektrische Stimulation bei einer Reizstärke von 1,5 mA über 4 Tage.

2. Optimaler Reizerfolg

Die Einzelwerte sind aus der Tab. I ersichtlich und in der Abb. 3b graphisch dargestellt. Nach Erreichen einer ersten effektiven Elektrostimulation wurden allerdings bei zahlreichen Patienten Reizschwellen gemessen, die eine Schrittmacherbehandlung über längere Zeit in Frage stellten. Aufgrund praktisch-klinischer Erfahrungen sind Reizschwellen bis 4 mA durchaus vertretbar. Der Begriff des optimalen Reizerfolgs beinhaltet in diesem Zusammenhang eine Reizschwelle unter 4 mA und eine stabile elektrische Stimulation. Die Kriterien hierfür wurden bereits früher (S. 18) beschrieben.



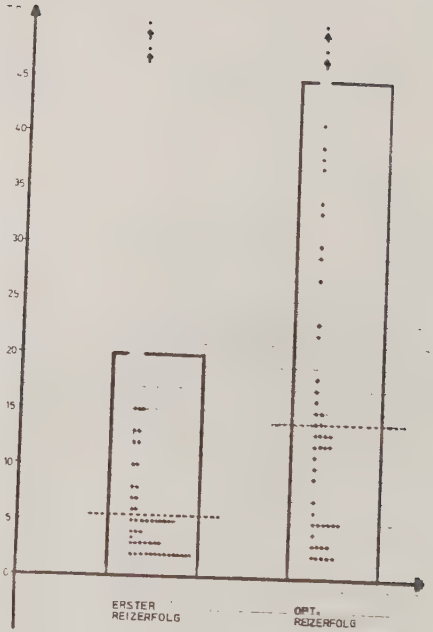


Abb. 3a und 3b: Die graphischen Darstellungen zeigen die Reizstärken und die Reizschwellen, sowie die benötigten Zeiten bis zum Erreichen des ersten bzw. des optimalen Reizerfolges.

Bei 9 Patienten, bei denen als elektrischer Impulsgeber der Hellige Servocard diente, der, wie bereits erwähnt, nur über eine grobe Einstellung verfügt, kann als Kriterium für den optimalen Reizerfolg nur die stabile Stimulation herangezogen werden. Bei 18 Patienten ließ sich ein optimaler Reizerfolg sofort nach Einführen der Sonde in den rechten Ventrikel erreichen, d.h., der Zeitpunkt des ersten Reizerfolges und des optimalen Reizerfolges ist identisch. Bei 28 Patienten betrug der Zeitraum, in dem Manipulationen notwendig waren um eine Katheterlage mit optimalem Reizerfolg im rechten Ventrikel zu erreichen, zwischen einer und 36, im Durchschnitt 8,5 Minuten. Bei 3 weiteren Patienten gelang dies nur unter Zuhilfenahme des Röntgenbildwandlergerätes. Für 4 Patienten konnte eine Elektrodenlage mit optimalem Reizerfolg nicht erzielt werden. Dies trifft für 2 Patienten zu, bei denen trotz Bildwandlerkontrolle infolge Flottierens der Schrittmachersonde keine stabile Position erreicht wurde. Bei den verbleibenden 2 Patienten wurde das Herz nur über den Vorhof stimuliert.

Auf die Kasuistiken der zuletzt aufgeführten 4 Patienten soll im folgenden näher eingegangen werden:

Vorhofstimulation.
Beide Patienten litten unter rezidivierenden Adams-Stokes-Anfällen bei intakter atrioventrikulärer Überleitung. Bei der Patientin D.A. (Nr. 46, Tab.I) bestand ein hypersensitiver Carotissinus, bei dem Patienten A.H. (Nr. 6, Tab.I) ein Sick-Sinus-Syndrom. Wegen erheblicher Schwierigkeiten bei der Überwindung der Vorhof-Kammergrenze wurden die Bemühungen nach 15 bzw. nach 45 Minuten abgebrochen. Erneute Adams-Stokes-Anfälle konnten bis zur Implantation permanenter Schrittmacher vermieden werden.

Flottierender Schrittmacherkatheter.
Bereits aus dem Monitor-EKG, das unterschiedlich konfigurierte QRS-Komplexe mit zeitlich wechselnden Abständen vom elektrischen Impuls aufwies, konnte bei diesen beiden Patienten geschlossen werden, daß die Elektrodenspitze im rechten Ventrikel flottierte (Abb. 4). Es handelt sich um die Patienten L.E. (Nr. 4o, Tab. I) und N.O. (Nr. 53, Tab. I), bei denen höhergradige AV-Blockierungen infolge Digitalisintoxikation bzw. als Komplikation eines akuten Hinterwandinfarktes eine temporäre Schrittmacherbehandlung erforderlich machten. Trotz relativer Gefährdung durch mechanische Irritation wurde der Schrittmacherkatheter bei ständiger Monitorüberwachung in dieser Position belassen. Die Reizstärke wurde aus Sicherheitsgründen

erheblich höher als die Reizschwelle eingestellt. Während der Patient L.E. bis zum Wiederauftreten eines normalen Sinusrhythmus nach 3 Tagen so erfolgreich behandelt werden konnte, mußte bei dem Patienten N.O. nach 6 Stunden die Sonde entfernt werden, da zunehmend Rhythmusstörungen in Form von salvenartigen ventrikulären Extrasystolen auftraten. Etwa 3o Minuten nach Entfernen des Schrittmacherkatheters stellte sich ein normofrequenter Sinusrhythmus ein, so daß auf eine erneute Applikation eines Schrittmachers verzichtet werden konnte.

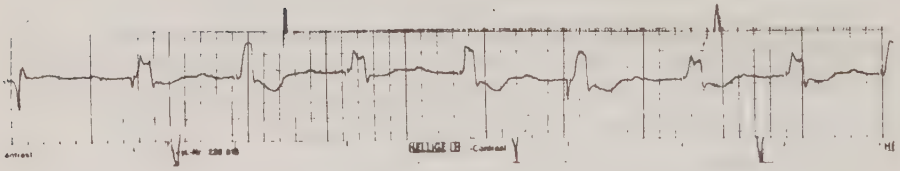


Abbildung Nr. 4 (Befunddokumentation des Patienten L.E.
(Nr. 4o, Tab. I)
Der EKG-Streifen zeigt als myokardiale Beantwortung der elektrischen Impulse QRS-Komplexe von unterschiedlicher Konfiguration, ferner ist der Abstand von Spike und Kammerkomplex nicht konstant.

3. Lage der Schrittmachersonde im Röntgenbild

Nach Einführen der Schrittmachersonden wurde ihre Position durch Hartstrahlröntgenaufnahmen routinemäßig kontrolliert. 2 Patienten verstarben infolge kardiogenen Schocks nach akutem Herzinfarkt bevor eine Kontrolle möglich war. Das Röntgenbild zeigte bei 38 von 51 Patienten eine zufriedenstellende Lage

der Sonde. In der Zahl sind allerdings auch die 3 Patienten enthalten, bei denen, wie früher erwähnt, die Katheterposition unter Bildwandlerkontrolle korrigiert wurde. Nach röntgenologischen Kriterien ist die Katheterlage dann zufriedenstellend bzw. optimal, wenn sich der Elektrodenkopf tangential wandständig im Bereich der Spitze des rechten Ventrikels verankert hat. Als Beispiel einer optimalen Katheterposition dient das Röntgenbild, welches in Abb. 5 auf S. 28 dargestellt ist. Röntgenologisch fand sich bei 9 Patienten eine Katheterlage,bei der die Katheterspitze in Richtung Ausflußtrakt zielte. Diese hohe Zahl wird zum Teil damit erklärt, daß J-tipped Swan-Ganz-Katheter zur transfemoralen Applikation auch über die obere Hohlvene, also von Arm-, Hals- oder Subclaviculärvenen aus gelegt wurden. Bei 5 der 7 so gelegten Katheter wich die Elektrodenspitze in Richtung Ausflußtrakt ab. Nur zweimal konnten auf diese Weise optimale Katheterlagen erreicht werden. Bei den 4 anderen Patienten, die ausnahmslos schwer herzinsuffizient waren, könnte diese Katheterlage auf einer Abflachung des Trabekelwerks der dilatierten rechten Herzkammer beruhen. Lagekorrekturen mit dem Bildwandlergerät wurden bei 2 Patienten versucht, ohne daß dadurch jedoch eine bessere Plazierung erzielt wurde.

Abbildung Nr. 5 Röntgenbild des Patienten S.R. (Nr. 43, Tab. I) als Beispiel einer zufriedenstellenden bzw. optimalen Katheterlage

Als Beispiel einer Katheterlage in Richtung Ausflußtrakt dient das folgende Röntgenbild.

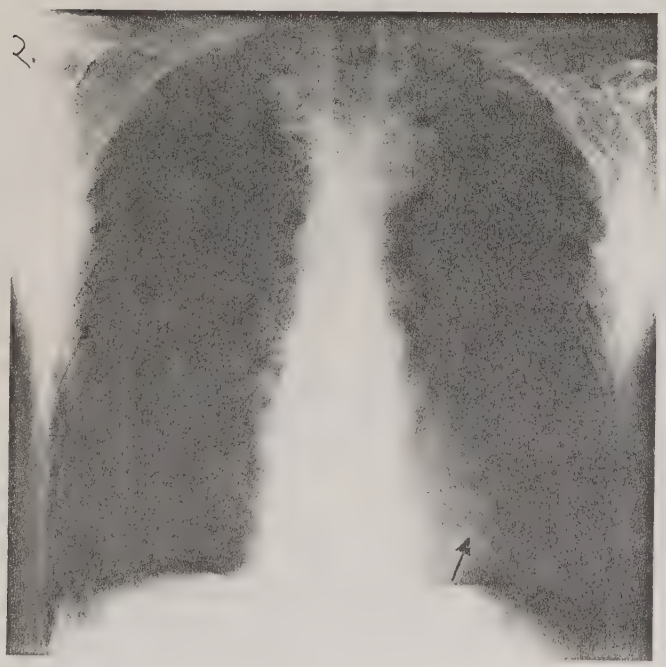


Abbildung Nr. 6 Röntgenbild der Patientin G.M. (Nr. 28, Tab.I). Die Katheterspitze zeigt in Richtung Ausflußtrakt.

Ein Katheter lag an der Vorhof-Kammergrenze unmittelbar an der Trikuspidalklappe. Bei niedriger Reizstärke wurde hier das Myokard über den Vorhof stimuliert, bei höherer Reizstärke war im EKG-Monitor der typische linksschenkelblockartig verformte Kammerkomplex bei rechtsventrikulärer Stimulation zu sehen. (S. Abb. Nr. 7). Nach Vorschieben der Sonde um etwa 3 cm wurde eine normale Funktion erreicht.

niedrige Reizstärke

höhere Reizstärke

Abbildung Nr. 7 Befunddokumentation der Patientin L.A. (Nr. 22, Tab.I) Beschreibung s. oben.

Wie bereits aus der EKG-Registrierung ersichtlich - die Patienten wurden früher ausführlich dargestellt - ergab das Röntgenbild bei 2 Patienten eine im rechten Vorhof liegende Elektrodenspitze. Als Beispiel wird das Röntgenbild des Patienten A.H. gezeigt.

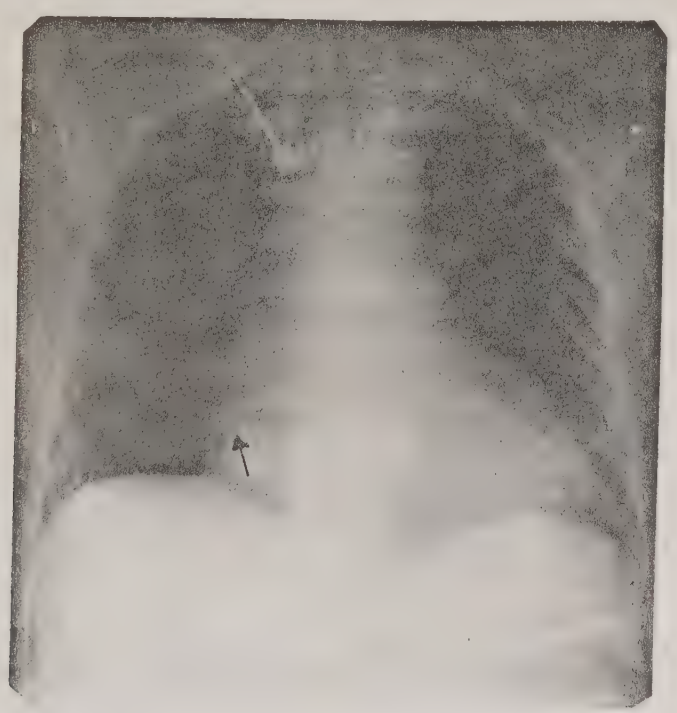


Abbildung Nr. 8 Röntgenbild des Patienten A.H. (Nr. 6, Tab. I). Der Katheter liegt im rechten Vorhof.

Die röntgenologische Überprüfung der Sondenlage und ihres Verlaufes deckte bei 2 Patienten eine Schlingenbildung im Vorhof bzw. im rechten Ventrikel auf.

Das Röntgenbild des 75-jährigen Patienten G.M. (Nr. 17, Tab.I), der wegen rezidivierender Adams-Stokes-Anfälle aufgenommen wurde, zeigte eine größere Schlinge im rechten Ventrikel bei jedoch regelrecht liegender Elektrodenspitze. Nach 2o Minuten fiel die Beantwortung der elektrischen Stimuli aus. Unter Bildwandlerkontrolle wurde der Schrittmacherkatheter, der in die Arteria pulmonalis hochgeschlagen war, zurückgezogen und in eine optimale Lage gebracht. Diese Komplikation hätte fraglos vermieden werden können, wenn bei der Einführung der Sonde der zu große Kathetereinschub von 8o cm beachtet worden wäre.

Eine Schlingenbildung im rechten Vorhof wurde bei der 69-jährigen Patientin B.M. (Nr. 36, Tab. I) nachgewiesen, die wegen einer ausgeprägten Herzinsuffizienz mit bradykardem Vorhofflimmern - Frequenzen unter 3o/Min. - auf die Intensivstation aufgenommen wurde. Die Spitze des Katheters lag aber funktionsgerecht in der rechten Kammer, allerdings in Richtung Ausflußtrakt zeigend. Dieser Schrittmacher war von der Vena femoralis aus gelegt worden. Da eine stabile Stimulation möglich war, wurde eine Katheterkorrektur wegen schlechter Venenverhältnisse nicht durchgeführt. In der Folgezeit war eine komplikationslose, kontinuierliche Stimulation über 3 Tage möglich.

4. Komplikationen

Die Verweildauer der temporären Schrittmachersonden variiert bei den einzelnen Patienten sehr stark. Diese Tatsache ergibt sich vor allem aus den ätiologisch unterschiedlichen Ursachen bradykarder Herzrhythmusstörungen wie zum Beispiel Herzinfarkt, Digitalisintoxikation oder Myokarditis sowie aus dem Schweregrad der Grunderkrankung. So verstarben einige Patienten insbesondere infolge kardiogenen Schocks nach akutem Herzinfarkt wenige Stunden nach Einführen der Schrittmachersonde. Die mittlere Verweildauer der Katheter betrug 2 Tage und 7 Stunden. Die folgende Aufstellung läßt jedoch eine große Streubreite erkennen.

Verweildauer:	1-24 Std.	bei 14 Pat. = 26 %
	25-48 Std.	bei 15 Pat. = 28 %
	49-72 Std.	bei 12 Pat. = 23 %
	73-96 Std.	bei 12 Pat. = 23 %

Eine Dislokation trat während der Behandlung nur bei einem Patienten auf.

Wie bereits dargestellt wurde, mußte die Elektrodendislokation bei dem Patienten G.M. (Nr. 17, Tab. I) auf eine große Schlingenbildung im rechten Ventrikel zurückgeführt werden.

Elektrodenbrüche wurden im Verlauf nicht beobachtet. Bereits früher wurde darauf hingewiesen, daß sich diese Komplikation bei einem Patienten sofort nach Einführen der Sonde einstellte (Pat. P.A. Nr. 54, Tab. I). Eine Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Balloneinschwemmkatheter muß jedoch vor jeder Implantation erfolgen, da Reinigungsmaßnahmen und Resterilisation die empfindlichen Sonden besonders beeinträchtigen können.

Bei jeder Sondierung des Herzens muß mit mechanisch ausgelösten Herzrhythmusstörungen gerechnet werden. Auch bei der Implantation von Balloneinschwemmstimulationskathetern traten bei einigen Patienten supra- und ventrikuläre Extrasystolen, teilweise in Form von Salven auf. Eine therapeutische Intervention in Form einer pharmakologischen oder elektrischen Behandlung ergab sich jedoch bei keinem Patienten. Eine flottierende Sonde, die auch unter Zuhilfenahme des Bildwandlers nicht fixiert werden konnte, mußte - wie bereits früher dargestellt - wegen bedrohlicher ventrikulärer Extrasystolen entfernt werden. Darüber hinaus wurden im Verlauf bei keinem weiteren Patienten Rhythmusstörungen, die auf eine Irritation durch den Schrittmacher zurückzuführen waren, beobachtet.

Diskussion

Die akute passagere Schrittmacherbehandlung stellt für Intensivstationen,die sich insbesondere mit bedrohlichen kardiovaskulären Erkrankungen beschäftigen, eine der entscheidenden Behandlungsmethoden dar. Sind die erforderlichen apparativen Voraussetzungen nicht oder nur unzureichend gegeben, wird eine kontinuierliche Überwachung für viele Patienten ohne die notwendigen Konsequenzen bleiben.

Bei der Applikation starrer und halbstarrer transvenöser Schrittmachersonden ist wegen der Komplikationsgefahren, die vor allem in Perforationen im venösen System oder des rechten Ventrikels bestehen, die Verwendung eines Röntgen-Bildwandlergerätes unerläßlich. Auch wird bei "blindem" Vorgehen aufgrund allgemeiner Erfahrung mit diesen herkömmlichen Schrittmachersonden in einem hohen Prozentsatz der rechte Ventrikel nicht erreicht. So problemlos es zunächst erscheinen mag, die Implantation unter kontinuierlicher Röntgendurchleuchtung zu verfolgen, beinhaltet dieses Vorgehen doch mehrere Nachteile, die nicht unberücksichtigt bleiben können. Der Transport und die Lagerung schwerkranker Patienten auf den Röntgentisch, und sei es, daß dies auf der Intensivstation selbst möglich wäre, führt zu einer Unterbrechung der kontinuierlichen Überwachung und der laufenden Behandlungsmaßnahmen. Darüber hinaus ist dieses Vorgehen mit einem größeren Personalaufwand verbunden. Bei der lebensrettenden Behandlungsmethode wird an die zum Teil erhebliche Strahlenbelastung von Ärzten und Pflegepersonal nicht gedacht.

Die von Swan und Ganz zuerst verwandte Methode, den rechten Ventrikel und die Pulmonalarterie mittels eines Ballooneinschwemmkatheters zu sondieren, mußte deshalb fraglos wesentliche Vorteile mit sich bringen. Durch einen aufblasbaren Ballon an der Spitze des Katheters wird die Sonde mit dem Blutstrom in den rechten Ventrikel eingeschwemmt. Diese Behandlungsmethode kann direkt am Krankenbett durchgeführt werden und ist ohne zusätzlichen personellen Aufwand möglich. Die Frage, ob eine so durchgeführte Schrittmacherbehandlung in akut bedrohlichen Situationen der Implantation von starren oder halbstarren Schritt-

macherkathetern unter Röntgenkontrolle vorzuziehen ist, ergibt sich vor allem aus der Implantationsdauer und der Stabilität der Elektrodenlage im rechten Ventrikel.

In Übereinstimmung mit Meister und Mitarbeiter (13), Schnitzler und Mitarbeiter (15) sowie Klempt (11), die allerdings nur über Ergebnisse an einem kleineren Patientengut berichteten, war bei der überwiegenden Zahl der Patienten eine rasche Sondierung des rechten Ventrikels und eine erfolgreiche Stimulation zu erreichen. So gelang bei 36 von 53 Patienten innerhalb von 5 Minuten nach erfolgreicher Punktion bzw. Freilegung einer Vene ein erster Stimulationserfolg. Bei weiteren 6 bzw. 9 Patienten konnte ein entsprechendes Ergebnis innerhalb von 10 bzw. 15 Minuten erbracht werden. Nur zweimal wurde eine Zeitdauer von 15 Minuten überschritten.

Eine verlängerte Implantationsdauer ergab sich u.a. durch Schwierigkeiten beim Überwinden der Schulterregion. Durch Abspreizen, Innen- oder Außenrotation des Armes konnte bei zahlreichen Patienten dieses Hindernis überwunden und damit auf eine erneute Punktion einer anderen Vene verzichtet werden. Bei Patienten mit kardiogenem Schock waren die Implantationszeiten in der Regel deutlich verlängert. Durch den erheblich reduzierten venösen Rückfluß mit Erniedrigung der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes wird der Transport des aufgeblasenen Ballons zweifellos erschwert.

Nach den erhobenen Befunden kann die eindeutige Aussage getroffen werden, daß eine Schrittmacherbehandlung zur Überwindung einer akut bedrohlichen Situation, so bei Patienten mit rezidivierenden Adams-Stokes-Anfällen oder bedrohlichen Bradykardien mit bedeutsamen hämodynamischen Auswirkungen in kurzer Zeit, technisch unkompliziert und ohne zusätzlichen Aufwand durchgeführt werden kann. Die Belastung für den Patienten ergibt sich hierbei ausschließlich durch Punktion bzw. Freilegung einer Vene. Im Vergleich zur Schrittmachertherapie unter Röntgenkontrolle ergibt sich als weiterer Vorteil eine erheblich verkürzte Implantationsdauer. Hierdurch werden Gefahren und Komplikationen, die sich aus einer vorübergehend notwendigen Behandlung

mit Catecholaminen oder sogar Reanimationsmaßnahmen ergeben, deutlich vermindert. Damit bietet sich dieses Verfahren als geeignete und einzig mögliche Behandlungsmethode bei der Versorgung von Patienten in sogenannten Notarztwagen an.

Da die akute passagere Schrittmachertherapie bei der überwiegenden Anzahl von Patienten über mehrere Stunden bzw. Tage erforderlich ist, muß im weiteren die Methodik der Ballonein-schwemmkatheter auch an einer sicheren, stabilen Lage der Elektrodenspitze im rechten Ventrikel beurteilt werden. Als positive Kriterien hierfür werden eine niedrige Reizschwelle, die Kontinuität der Reizbeantwortung und morphologisch gleichkonfigurierte Kammerkomplexe herangezogen. Die röntgenologische Kontrolle der Katheterposition steht zur weiteren Beurteilung zur Verfügung. Aufgrund praktisch-klinischer Erfahrung sind Reizschwellen bis 4 mA für eine längere Stimulationszeit durchaus vertretbar. Bei 18 Patienten war eine günstige, stabile Elektrodenlage sofort nach Einführen der Sonde vorhanden. Um eine Katheterposition zu erreichen, die die oben angeführten Kriterien erfüllt, waren bei 28 Patienten Lagekorrekturen der Schrittmachersonden von im Mittel 8,5 Min. erforderlich. Bei 6 Patienten lag diese Zeitdauer über 2o Min. Der Mittelwert wird deshalb dem günstigen Ergebnis bei der überwiegenden Anzahl der Patienten nicht gerecht. Daß im Einzelfall auf eine Röntgeneinrichtung mit Bildwandler nicht verzichtet werden kann, wurde bereits bei Besprechung der Ergebnisse herausgestellt. Bei 4 Patienten gelang es auch unter Bildwandlerkontrolle nicht, eine stabile Katheterposition im rechten Ventrikel zu erreichen. Die röntgenologische Überprüfung der Sondenlage ergab bei 35 von 49 Patienten eine Position essentiell wandständig am Ende des Ausflußtrakt oder direkt in der Ventrikelspitze. Zweifellos wäre auch bei weiteren Patienten ein entsprechendes Ergebnis zu erzielen gewesen, wenn auf die Implantation von J-Tuppeo Swan-Ganz Kathetern über die obere Hohlvene verzichtet worden wäre.

Komplikationen, die als spezifisch für den Ballooneinschwemmkatheterismus angesprochen werden müssen, traten bei dieser Untersuchung nicht auf. So wurden insbesondere keine vermehrten

Rhythmusstörungen im Vergleich zur herkömmlichen Schrittmachertechnik beobachtet. Durch die größere Verformbarkeit der weichen Ballonkatheter sind Knoten- oder Schlingenbildungen möglich. Wie jedoch in den Ergebnissen dargestellt wurde, ergab sich nur bei einem Patienten eine Schlingenbildung mit Folgen in Form einer Spätdislokation, die zudem durch einen übermäßigen Kathetereinschub begünstigt wurde. Auf der anderen Seite bringen die leicht verformbaren Katheter den Vorteil mit sich, daß Perforationen im Verlauf der Venen oder des Ventrikels nicht zu befürchten sind. Auch bei längerer Verweildauer wurden Elektrodenbrüche nicht beobachtet.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden vier verschiedene Katheter verwandt (s. Methodik). Ein eindeutiger Vorteil eines bestimmten Modells konnte nicht nachgewiesen werden. Der Balloneinschwemmkatheter der Fa. Vitatron - nur drei French stark und relativ steif - scheint an der Spitze besonders verletzlich zu sein, so daß Einrisse des Mantels und dadurch Abknickungen der Elektrode auftreten können. Die großen Preisdifferenzen finden durch die praktisch-klinische Anwendung keine Bestätigung.

Wie in der Einleitung bereits ausgeführt wurde, zeigte eine Untersuchung über die Akutversorgung von Infarktpatienten an Berliner Krankenhäusern besondere apparative und auch personelle Probleme in der akuten Schrittmacherbehandlung. Legt man die Ergebnisse dieser Arbeit zugrunde, sollte die einfach zu handhabende Methodik der Balloneinschwemmstimulationskatheter eine größere Anwendung finden. Es muß jedoch abschließend nochmals darauf hingewiesen werden, daß in Einzelfällen auf Röntgenbildwandlergeräte nicht verzichtet werden kann.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Zuverlässigkeit der Ballooneinschwemmstimulationskatheter als Methode zur akuten passageren Schrittmacherindikation überprüft. Die Untersuchung stützt sich auf die Ergebnisse bei 54 Patienten, bei denen insbesondere wegen Adams-Stokes-Anfällen bzw. bradykarden Herzrhythmusstörungen mit bedeutsamen hämodynamischen Auswirkungen die Indikation zur Schrittmacherbehandlung gegeben war.

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen: Bei 42 von 53 Patienten konnte die akut-bedrohliche Situation durch eine effektive elektrische Stimulation innerhalb von 10 Minuten behoben werden. Nur bei 2 Patienten dauerte der Einschwemmvorgang länger als 15 Minuten. Um eine sichere, stabile Lage im rechten Ventrikel zu erreichen - als Kriterien dienten die Reizschwelle, die Kontinuität der Reizbeantwortung und morphologisch gleichkonfigurierte Kammerkomplexe - waren bei 34 Patienten Lagekorrekturen notwendig. Diese betrugen bei 28 Patienten im Mittel 8,5 Minuten, nur bei 6 Patienten waren mehr als 20 Minuten erforderlich.

Komplikationen, die als spezifisch für den Ballooneinschwemmkatheterismus angesehen werden müssen, konnten nicht beobachtet werden.

Zusammenfassend muß die akute passagere Schrittmacherbehandlung als eine einfach zu handhabende, in hohem Maße zuverlässige Methode bewertet werden, die darüber hinaus personell und apparativ geringe Anforderungen stellt und für den Patienten eine deutlich geringere Belastung mit sich bringt.

Literaturverzeichnis

1. H. Abholz, H.J.Buschmann, W. Dißmann, J.H. Schäfer, W. Thimme:
Organisation der Schwerkrankenversorgung am Beispiel der Infarktpatienten in Westberlin.
Jahrbuch für Kritische Medizin, Herausgeber: W.F. Haug. Argument Verlag Berlin 1976.

2. Balatresi, P.:
Problemi anestesiologici connesi all'intervento chirurgico per l'applicazione di pace-maker in pazi enti con blocco atrio ventricolare completa e sindrome di Morgagni-Adams-Stokes.
Acta Anaesthesiol. 16, 385 (1965).

3. Barold, S.S., J.W. Linhart:
Recent advances in the treatment of ectopic tachycardies by electrical pacing.
Amer. J. Cardiol. 25, 698 (197o).

4. Beck, S.C., H.F. Rand:
Cardiac arrest during anesthesia and surgery.
J. Amer. Med. Assoc. 141, 124o (1949).

5. Büchner, Ch., W. Drägert:
Schrittmachertherapie des Herzens.
Forum Cardiologicum 14, Studienreihe Boehringer Mannheim (1973).

6. Fife, W.P., B.S. Lee:
Construction and use of a self guiding right heart and pulmonary artery catheter.
J. Appl. Physiol. 2o, 148 (1965).

7. Gordon, A.J., M.C. Vagueiro, S.S. Barold:
Endocardial electrograms from pacemaker catheters.
Circulation 38, 82 (1968).

8. Hager, W., A. Seling:
Praxis der Schrittmachertherapie.
Schattauer Verlag Stuttgart - New York (1974)

9. Harmjanz, D.:
Temporäre transvenöse Herzschrittmacherstimulation
mit einem Elektrodenschwemmkatheter.

lo. Kimball, J.T., T.Killip:
A simple bedside method for transvenous intracardiac
pacing.
Amer. Heart J. 35 Jul.1965.

11. Klempt, A.W.:
Ergebnisse der Balloneinschwemmkatheterisierung
in den verschiedenen Anwendungsformen.
Verh. dtsch. Ges. f. innere Med. 1169 (1974).

12. Lipp, H., K. O'Donoghue, L. Resnekov:
Intracardiac Knotting of a flow directed ballon
katheter.
New Engl. J. Med. 22o Jan. (1971).

13. Meister, S.G. et al.:
Transfemoral pacing with balloon-tipped catheters.
J.A.M.A. 225 Aug.(1973).

14. Rosenberg, A.S. et al.:
Bedside transvenous cardiac pacing.
Amer. Heart J. 77, 697 (1969).

15. Schnitzler, R.N., A.R. Caracta, A.N. Damato:
"Floating" catheter for temporary transvenous ventricular pacing.
Amer.J.Cardiol. 31, 351 (1973).

16. Swan, H.J., W. Ganz, J. Forrester, H.Marcus, G. Diamond, D. Chonette:
Catheterization of the heart in man with use of a flow directed balloon tipped catheter.
New Engl. J. Med. 283, 447 (197o).

17. Tung, L.C.:
Herzinfarkt und höhergradige AV-Blockierungen.
Inaug. Diss. F.U. Berlin (1969).

Meinem verehrten Doktorvater und Chef,
Herrn Prof. Dr. Wolfgang Dißmann,
danke ich herzlich für seine liebens-
würdige Hilfsbereitschaft und Geduld
bei der Ausführung und Gestaltung der
vorliegenden Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 5.4.1944 wurde ich als ältester Sohn des Arztes Dr. med. Rolf Freers und seiner Ehefrau Gertrud Louise, geb. Bräundle, in Guben geboren. Von 1950 bis 1954 besuchte ich die Dorfschule in Rautenberg Kreis Hildesheim. Ab 1954 war ich Fahrschüler des Gymnasiums Josephinum in Hildesheim. Nach einer Umsiedlung der Familie nach Hannover legte ich dort an der Schillerschule 1965 das Abitur ab. Vom Sommersemester 1965 bis zum Staatsexamen im Sommersemester 1971 studierte ich, unterbrochen von einem Freisemester in Paris, in München. 1971/72 absolvierte ich meine Medizinalassistentenzeit am Städt. Krankenhaus Am Urban in Berlin-Kreuzberg. Seit Anfang 1973 bin ich Assistenzarzt in der I. Inneren Abteilung des gleichen Krankenhauses.